

# 비트플레인을 이용한 디졸브 구간 검출 기법

## Dissolve Detection Algorithm using Bitplane

지은석, 김영로, 고성제

고려대학교 전자공학과

Eun-Seok Ji, Young-Ro Kim, and Sung-Jea Ko

Dept. of Electronics Engineering, Korea University

### 요약

이 논문에서는 비디오 장면 전환 효과 중 디졸브(dissolve)에 의한 장면 전환 구간을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 압축 영상으로부터 최소한의 복원 과정을 거쳐 얻은 DC 영상의 비트플레인 특성을 이용하여 디졸브 구간을 검출한다. 실험을 통하여 제안된 기법이 효과적으로 디졸브 구간을 검출하는 것을 확인하였다.

### I. 서론

최근 멀티미디어 정보 서비스에 대한 요구가 급격히 증가함에 따라 비디오 정보를 효율적으로 서비스하기 위하여 이를 디지털화 하여 관리하는 기술의 개발이 시급하다. 이를 위해서는 비디오 정보를 내용별로 구분하고 특징을 부여하여 비순차적인 접근을 가능하게 해주는 비디오 분류 작업이 필요하다. 비디오 정보를 내용별로 구분하는 방법으로는 각 장면의 내용이 바뀌는 부분을 각각의 단위로 분할하는 것이 일반적이다. 이러한 장면 전환은 한 대의 카메라가 연속적으로 찍은 장면이 끝나고 다른 장면으로 바뀌는 것을 의미하며, 순간적으로 다른 장면으로 변하는 급격한 장면 전환과 점차적으로 다른 장면으로 교체되는 점진적인 장면 전환으로 구분된다. 점진적인 장면 전환의 종류로는 비디오 편집과정에서 삽입되는 디졸브와, 디졸브의 일종인 페이드(fade), 그리고 와이프(wipe)등이 있다. 급격한 장면 전환은 특징이 뚜렷하기 때문에 검출이 용이하다[1], [2]. 그러나 점진적인 장면 전환은 영상의 변화가 긴 시간에 걸쳐 서서히 나타나기 때문에 검출이 어렵다. 이 논문에서는 점진적인 장면

전환 효과 중 디졸브의 검출을 다루었다.

기존의 디졸브 검출 방법 중 프레임의 분산 분포를 이용한 방법은 프레임 분산을 구하는 과정에서 연산량이 많은 단점이 있다[3]. 완전 복원된 영상에서 에지의 변화 정도를 이용한 방법은 에지를 구하기 위하여 영상을 복원하는 과정에서 많은 연산량이 요구된다[4]. 또한, 일반 영상에서 카메라의 움직임이나 피사체의 움직임, 그리고 조명의 변화 등으로 인하여 장면 전환 효과가 없는 구간에서도 이러한 특징 요소 값이 변하는 현상이 발생한다. 이러한 노이즈 성분을 제거하기 위하여 부가적인 필터링 과정이 요구된다.

이 논문에서는 검출 속도의 향상을 위해 최소한의 복원 과정을 거쳐서 얻은 DC 영상[1]의 휘도 성분으로부터 비트플레인을 구성하고 오차 성분을 줄이면서 효과적으로 디졸브 구간의 특성을 나타내는 특징 요소를 비트플레인으로부터 추출하여 장면 전환의 검출에 이용하는 알고리즘을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 디졸브 구간을 검출하기 위한 기법을 제안하였다. III장에서는 실험 영상을 통하여 제안한 알고리즘에 의한 결과를 보여주고 IV장에서 결론을 맺는다.

### II. 제안된 디졸브 구간 검출 기법

급격한 장면 전환에서는 영상의 교체가 갑자기 일어나기 때문에 장면 전환의 경계에서 두 영상의 차이가 짧은 시간 동안에 크게 나타나는 반면, 디졸브와 같은 점진적 장면 전환 구간에서는 영상의 전환이 긴 시간에 걸쳐 서서히 일어나기 때문에 이를 검출하기 위해서는

장면 전환 특징 요소가 장면 전환 구간에서 갖는 작은 변화를 찾아내어야 한다. 그러나 일반적인 영상에서는 프레임 내의 피사체의 움직임이나 조명의 변화에 의하여 해당 프레임의 특징 요소가 장면 전환과는 무관하게 변하게 된다. 이는 장면 전환 검출 오류의 원인이 되기 때문에 장면 전환의 특성은 그대로 보존하면서 검출 성능을 저하시키는 오차 성분은 제거해 줄 필요가 있다. 이 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 비트플레인을 이용한 디졸브 검출 기법을 제안한다.

일반 영상에서의 휘도 성분은 256 레벨을 갖기 때문에 이 휘도 성분을 표현하기 위해서는 8비트가 필요하게 된다. 그러나 여기서는 간단한 예를 들어 제안된 알고리즘을 설명하고자 한다. 영상 내 픽셀의 밝기 값이 4비트로 표현된다고 가정하면, t번째 프레임에서 (x,y)위치의 픽셀 밝기 값  $L(x,y,t)$  은 다음과 같이 주어진다.

$$L(x,y,t) = a_3(x,y,t)2^3 + a_2(x,y,t)2^2 + a_1(x,y,t)2^1 + a_0(x,y,t) \quad (1)$$

여기서 4개의 계수  $a_3, a_2, a_1, a_0$  는 0 또는 1의 값을 갖는다.

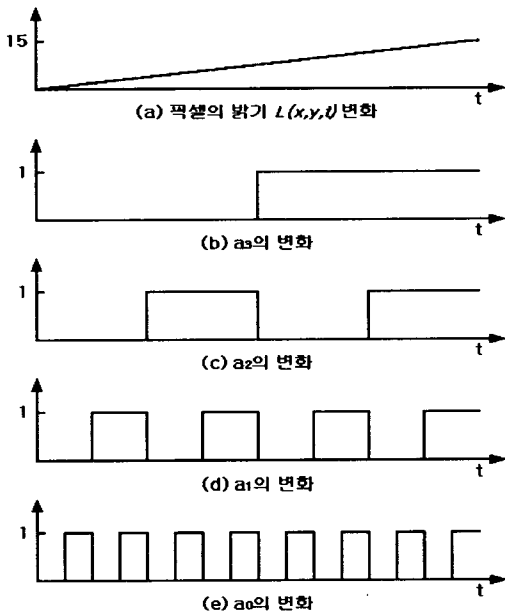


그림 1. 픽셀 밝기와 계수 값들의 변화

$L(x,y,t)$  가 그림 1(a)와 같이 0에서 15까지 변화할 때  $a_3, a_2, a_1, a_0$ 의 변화는 차례로 그림

1(b),(c),(d),(e)와 같게 된다.

각 계수의 특성을 살펴보면, 상위 계수일수록 픽셀 밝기 값의 큰 변화만을 반영하면서 작은 변화에 대하여 둔감하고, 하위 계수일수록 픽셀의 작은 변화에 민감하기 때문에 장면 전환에 관계된 변화와 노이즈 성분을 모두 반영한다. 이 때, 원영상으로부터 상위 계수인  $a_3$  계수를 사용하여 3번째 비트플레인이 구성되고,  $a_2, a_1, a_0$  값으로부터 각각 2, 1, 0번째 비트플레인을 구성할 수 있다. 전체적인 픽셀 밝기의 변화를 나타내면서도 노이즈 성분으로 볼 수 있는 작은 변화에는 영향을 적게 받는 비트플레인을 이용하면 장면 전환을 효과적으로 검출할 수 있다.

디졸브가 포함된 구간에서의 영상 내의 각 픽셀 밝기는 전환 이전 영상의 픽셀 밝기 값으로부터 전환 후 영상의 픽셀 값으로 전환 구간에 걸쳐 서서히 변하게 된다. 이러한 변화는 프레임 내의 모든 픽셀에 걸쳐 나타나게 되며, 이 영상으로부터 비트플레인을 구성했을 때 각 비트플레인의 이진 화소 값은 그림 1과 같은 형태의 변화를 갖게 된다. 전환 이전 영상과 전환 후 영상의 밝기 차에 따라 영상 내의 각각의 픽셀은 변화의 정도에 차이가 나타나게 되므로 변화하는 값과 관계된 비트로 이루어진 비트플레인에서의 픽셀의 변화를 관찰하여 이를 디졸브 구간을 검출하는데 이용할 수 있다. 식 (2)와 같이 간단히 비트플레인 내의 픽셀의 밝기 값을 모두 더하여  $A(b,t)$  라고 하자.

$$A(i,t) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} a_i(x,y,t) \quad (2)$$

여기서  $a_i$ 는  $i$ 번째 비트플레인을 구성하는 계수이며,  $M, N$ 은 각각 영상의 가로, 세로의 크기를 나타낸다. 영상의 전환이 없는 구간에서는 각 비트플레인의 이진 화소 값들이 큰 변화 없이 유지되기 때문에  $A(i,t)$  값도 마찬가지로 일정한 값으로 유지된다. 그러나 디졸브와 같은 장면 전환이 있는 구간에서는 비트플레인의 화소 값이 변하기 때문에 그림 2(a)와 같이  $A(i,t)$ 의 값에 변화가 생기게 된다. 이러한 변화가 나타나는 구간을 찾아내기 위해  $A(i,t)$ 의 값을 시간에 대해 일차 미분을 하여 임계값 이상이 되는 구간을 찾는다. 실제 영상에서는 디졸브 구간 내에서도 변화가 적은 구간이 있기 때문에, 그림 2(b)와 같이 이러한 구간의 변화

량이 임계값을 넘지 못하는 경우가 생긴다. 이 경우에는 그림 2(c)처럼 하나의 디졸브 구간에도 불구하고 두 개 또는 그 이상의 개수의 디졸브로 나뉘어 인식된다. 이 문제를 해결하기 위하여 디졸브 구간에서 영상은 여러 프레임에 걸쳐 점진적인 변화를 하기 때문에 디졸브에 의한 특징 요소의 변화는 일정 시간 이상의 지속 시간을 갖게 되는 성질을 이용한다.

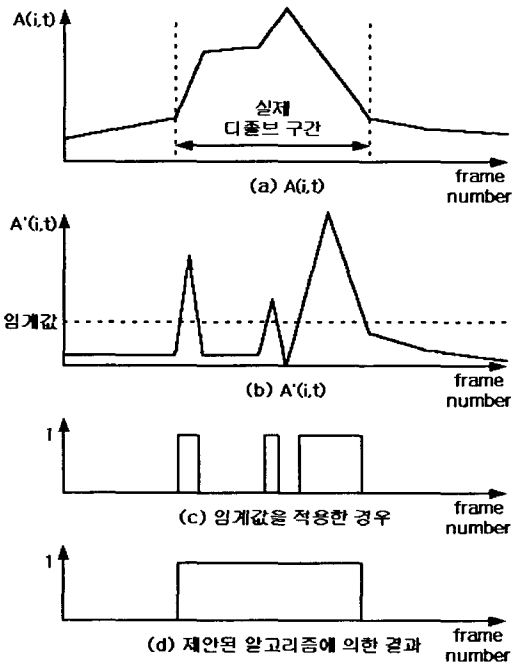


그림 2. 디졸브 구간 검출 기법

실제 영상에서 짧은 시간 내에 여러 개의 디졸브 구간이 존재하는 경우는 거의 없기 때문에 일정시간 이상의 간격을 갖지 못하는 상태로 검출된 여러 개의 디졸브는 하나의 디졸브로 볼 수 있다. 따라서 임계값 이상의 변화를 갖는 두 디졸브 사이의 간격이 일정 간격보다 크지 않을 때, 그림 2(d)와 같이 두 부분과 그 사이의 모든 프레임들을 하나의 디졸브 구간으로 최종 판정한다.

### III. 실험 결과 및 분석

디졸브 검출 실험에 사용된 영상은 352 × 240의 크기에 총 186프레임 중 4번의 디졸브가 포함되어있는 beach.mpg 영상이다. 영상이 시작하면서부터 첫 번째 디졸브가 22 프레임까지 나타나고, 45 프레임에서 78 프레임 사이에 두 번째 디졸브가 있다. 그리고 세 번째 디졸브는 98 프레임에서 112 프레임에, 네 번째 디졸브

는 145 프레임에서 162 프레임 사이에 있다. 그림 3에 실험 영상의 세 번째 디졸브 구간을 나타내었다.

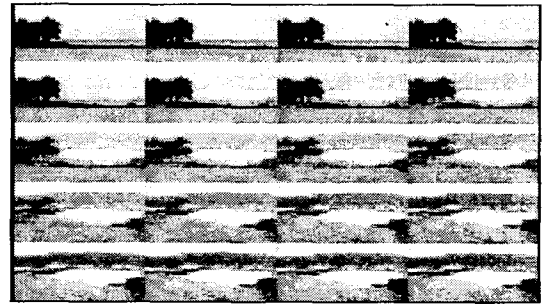


그림 3. 실험 영상의 디졸브 구간

실험 영상의 휘도 성분은 8비트의 크기를 갖기 때문에  $a_7$ 부터  $a_0$ 까지의 8개의 계수를 이용하여 8개의 비트플레인을 구성하고 각 비트플레인에 대한  $A(i,t)$ 를 추출하였다.

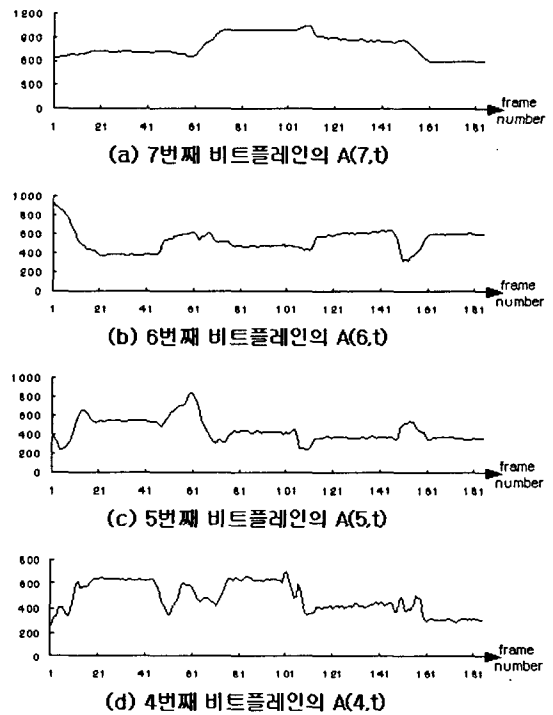


그림 4. 디졸브 특징 요소 추출 결과

그림 4는 실험 영상을 제안한 알고리즘에 적용한 실험 결과이다. 최하위 비트플레인으로 근접할수록 노이즈 성분에도 민감하게 변화하기 때문에  $a_3$ 부터  $a_0$ 을 이용하여 구성한 비트플레인은 그림으로 나타내지 않았다. 그림 4(a)는 7번째 비트플레인에서 픽셀 개수를 세어 얻은

$A(7,t)$ 를 실험 영상의 전체 프레임에 걸쳐 관찰한 결과이다. 영상의 픽셀 값이 크게 변하는 특징만을 나타내기 때문에 노이즈 성분에 대해 안정적인 결과를 보여준다. 그림 4(b),(c),(d)는 각각 6번째와 5번째, 4번째 비트플레인에서 얻은  $A(6,t)$ ,  $A(5,t)$ ,  $A(4,t)$ 의 시간에 대한 변화를 나타낸 것이다. 하위 비트플레인일수록 디졸브 특성을 잘 나타내지만 노이즈 성분도 함께 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서 상위와 하위 비트플레인을 적절하게 선택하여 사용하면 정확한 디졸브 구간을 검출할 수 있다.

그림 5는 각 비트플레인에서 얻은  $A(i,t)$ 를 시간에 대해 일차 미분한 결과이다.

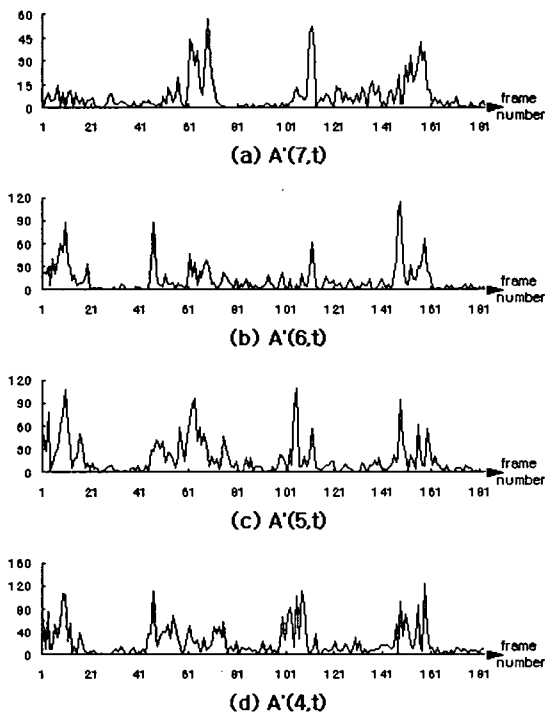


그림 5. 특징 요소를 미분한 결과

그림 6은 그림 5의 결과 중 5번째 비트플레인으로부터 얻은 디졸브 특징 요소를 이용하여 간단한 프레임 비교법에 의하여 디졸브 구간을 검출한 결과이다.

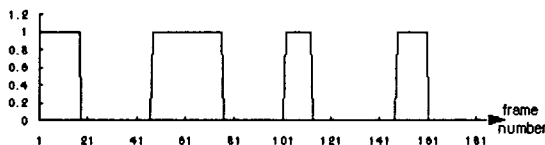


그림 6. 디졸브 구간 최종 검출 결과

디졸브 구간의 시작 부분과 끝 프레임에 대한 오차는 발생하였지만 구간 자체 검출에서는 정확한 결과를 보였다. 각 비트플레인의 특성을 효과적으로 활용하면 좀 더 정확한 구간 검출 결과를 기대할 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 점진적 장면 전환 효과 중 디졸브의 검출 기법을 제안하였다. 검출 속도의 향상을 위해 DC 영상의 휘도 성분만을 이용하였다. DC 영상의 비트플레인들 중 디졸브 특성을 잘 나타내는 비트플레인을 선택하여 디졸브 구간을 검출하였다. 제안한 디졸브 특성 검출 기법은 물체나 카메라의 움직임과 화면 밝기의 변화 등에 의한 오차 성분에도 큰 영향을 받지 않으며 디졸브 특성을 잘 나타내었다. 각 비트플레인으로부터 얻은 디졸브 특징 요소를 효과적으로 선택, 사용하고 적절한 임계값을 이용하면 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

이 논문은 1999년 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

#### 참고 문헌

- [1] B. Yeo and B. Liu, "Rapid scene analysis on compressed video," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 5, no. 6, pp. 533-544, Dec. 1995.
- [2] C. S. Won, D. K. Park, and S. J. Yoo, "Extracting image features from MPEG-2 compressed stream," *Storage and Retrieval for Image and Video Database VI, SPIE*, vol. 3312, pp. 426-435, Jan. 1998.
- [3] J. Meng, Y. Juan, S. F. Chang, "Scene change detection in a MPEG compressed video sequence," *Digital Video Compression: Algorithms and Technologies, SPIE*, vol. 2419, pp. 14-25, Feb. 1995.
- [4] R. Zabih, J. Miller, K. Mai, "A feature-based algorithm for detection and classifying scene breaks," *ACM International Conference on Multimedia*, pp. 189-200, 1995.